

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2003-247425

(P2003-247425A)

(43)公開日 平成15年9月5日(2003.9.5)

(51)Int.Cl.<sup>7</sup>

識別記号

F I

テマコード<sup>\*</sup>(参考)

F 0 2 C 7/232

F 0 2 C 7/232

B 3 K 0 5 6

7/22

7/22

A 3 K 0 6 5

F 2 3 D 11/38

F 2 3 D 11/38

B

17/00

17/00

1 0 1

F 2 3 R 3/28

F 2 3 R 3/28

B

審査請求 未請求 請求項の数15 O L (全 13 頁) 最終頁に続く

(21)出願番号

特願2002-47575(P2002-47575)

(22)出願日

平成14年2月25日(2002.2.25)

(71)出願人

000006208

三菱重工業株式会社

東京都港区港南二丁目16番5号

(72)発明者

太田 将豊

兵庫県高砂市荒井町新浜2丁目1番1号

三菱重工業株式会社高砂研究所内

(72)発明者

萬代 重実

兵庫県高砂市荒井町新浜2丁目1番1号

三菱重工業株式会社高砂研究所内

(74)代理人

100069246

弁理士 石川 新 (外1名)

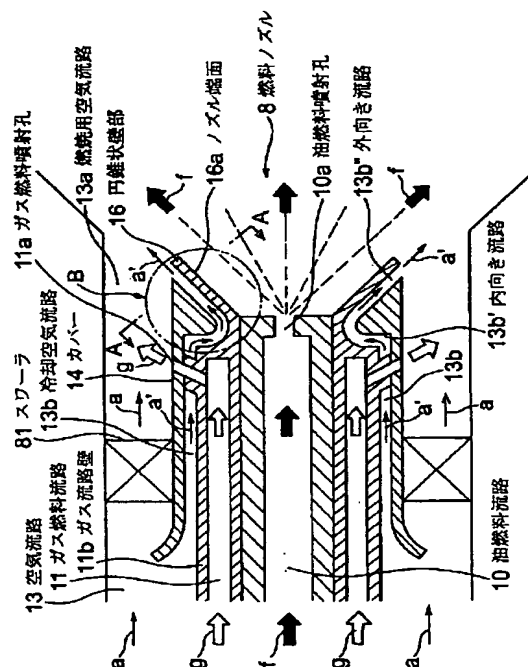
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 燃料ノズル、燃焼器およびガスタービン

(57)【要約】

【課題】 煤の発生を防止できる燃料ノズルと、それを用いスモーク発生を防止し、公害問題も解決できる燃焼器およびガスタービンを提供する。

【解決手段】 燃料ノズルを、中心に油燃料流路、その回りにガス燃料流路を二重管状に備え、さらにその外周を円筒状のカバーで覆いカバーの内側を冷氣空気流路、外側を燃焼用空気流路とし、油燃料流路の先端に油燃料噴射孔を設けるとともに、ガス燃料流路に冷却空気流路と連通せず燃焼用空気流路に開口するガス燃料噴射孔を複数設けた燃料ノズルにおいて、燃料ノズルがその先端部に油燃料噴射孔を囲み下流側に向けて広がる円錐状壁部を有し、カバーの最下流側は、冷却空気流路を燃料ノズルの中心側へ向けた内向き流路と内向き流路に連通し円錐状壁部との間に斜め下流向きで外周側へ向けた外向き流路に形成し、外向き流路が燃焼用空気流路に開口するように形成されてなるように構成した。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 中心に油燃料流路、その回りにガス燃料流路を二重管状に備え、さらにその外周を円筒状のカバーで覆いカバーの内側を冷氣空気流路、外側を燃焼用空気流路とし、前記油燃料流路の先端に油燃料噴射孔を設けるとともに、前記ガス燃料流路に前記冷却空気流路と連通せず前記燃焼用空気流路に開口するガス燃料噴射孔を複数設けた燃料ノズルにおいて、同燃料ノズルがその先端部に前記油燃料噴射孔を囲み下流側に向けて広がる円錐状壁部を有し、前記カバーの最下流側は、前記冷却空気流路を燃料ノズルの中心側へ向けた内向き流路と同内向き流路に連通し前記円錐状壁部との間に斜め下流向きで外周側へ向けた外向き流路に形成し、同外向き流路が前記燃焼用空気流路に開口するように形成されてなることを特徴とする燃料ノズル。

【請求項2】 請求項1に記載の燃料ノズルにおいて、前記円錐状壁部に放射状にスリットを設け、同スリットをスペーサで塞いでなることを特徴とする燃料ノズル。

【請求項3】 請求項1に記載の燃料ノズルにおいて、前記円錐状壁部に放射状にベンド部を設けてなることを特徴とする燃料ノズル。

【請求項4】 請求項1に記載の燃料ノズルにおいて、前記円錐状壁部に放射状に分割部を設け、相対する一方の分割面に沿って設けた凸部を他方の分割面に沿って設けた凹部に嵌合してなることを特徴とする燃料ノズル。

【請求項5】 請求項1に記載の燃料ノズルにおいて、前記円錐状壁部に放射状に分割部を設け、相対する一方の分割部を他方の分割部に重ね合わせてなることを特徴とする燃料ノズル。

【請求項6】 請求項1に記載の燃料ノズルにおいて、前記円錐状壁部に放射状に分割部を設け、シール板を相対する一方の分割面に沿って設けた凹部と他方の分割面に沿って設けた凹部とに共に嵌合してなることを特徴とする燃料ノズル。

【請求項7】 請求項1に記載の燃料ノズルにおいて、前記円錐状壁部に前記燃料ノズルの周方向に配設され前記外向き流路内に突出するタービュレータを設けてなることを特徴とする燃料ノズル。

【請求項8】 請求項1に記載の燃料ノズルにおいて、前記円錐状壁部に放射状に同外向き流路内に突出するフィンを設けてなることを特徴とする燃料ノズル。

【請求項9】 請求項1に記載の燃料ノズルにおいて、前記内向き流路と前記外向き流路との間を塞いだ上でその間に前記円錐状壁部に向けたインピンジ冷却孔を設けてなることを特徴とする燃料ノズル。

【請求項10】 中心に油燃料流路、その回りにガス燃料流路を二重管状に備え、さらにその外周側を燃焼用空気流路とし、前記油燃料流路の先端に油燃料噴射孔を設けるとともに、前記ガス燃料流路に連通し前記燃焼用空気流路に開口するガス燃料噴射孔を複数設けた燃料ノズル

において、同燃料ノズルがその先端部に前記油燃料噴射孔を囲み下流側に向けて広がる円錐状壁面を有し、前記先端部内には前記ガス燃料流路と連通し前記円錐状壁面に沿って斜め下流向きで外周側へ向けた外向きガス流路と同外向きガス流路に連通し同燃料ノズルの上流側に向けた逆向きガス流路が形成され、同逆向きガス流路が前記ガス燃料噴射孔に連通するように形成されてなることを特徴とする燃料ノズル。

【請求項11】 請求項10に記載の燃料ノズルにおいて、前記外向きガス流路内の前記円錐状壁面側の面に前記燃料ノズルの周方向に配設され前記外向きガス流路内に突出するタービュレータを設けてなることを特徴とする燃料ノズル。

【請求項12】 請求項10に記載の燃料ノズルにおいて、前記外向きガス流路内の前記円錐状壁面側の面に放射状に配設され同外向きガス流路内に突出するフィンを設けてなることを特徴とする燃料ノズル。

【請求項13】 請求項10に記載の燃料ノズルにおいて、前記ガス燃料流路と前記外向きガス流路との間を塞いだ上でその間に前記外向きガス流路内の前記円錐状壁面側の面に向けたインピンジ冷却孔を設けてなることを特徴とする燃料ノズル。

【請求項14】 請求項1から請求項13のいずれかに記載の燃料ノズルを備えてなることを特徴とする燃焼器。

【請求項15】 請求項14に記載の燃焼器を備えてなることを特徴とするガスタービン。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、燃焼排ガス中のスモーク発生を防止するガスタービンの燃料ノズルとそれを用いた燃焼器およびガスタービンに関する。

【0002】

【従来の技術】 図10から図12に基づき、従来の燃料ノズルとそれを用いた燃焼器およびガスタービンを説明する。図10は一般的なガスタービンの要部の上半分の縦断面図、図11は燃料ノズルの従来例の構造を模式的に示す縦断面図、図12(a)は改良された燃料ノズルの従来例の構造を模式的に示す縦断面図であり、図12(b)は(a)中D-D矢視図である。

【0003】 図10に示すように、ガスタービン100の車室100aの内側には、同軸に設けられた圧縮機部1とタービン部2との間に、複数の燃焼器3がロータ軸4を囲んで複数設けられている。

【0004】 各燃焼器3は、圧縮機部1から送られた燃焼用空気により燃料をその燃焼室5で燃焼させ、尾筒6から燃焼ガスをタービン部に排出し、タービン部2で燃焼ガスがロータ軸4を回転駆動する。

【0005】 図10において、7は燃焼器3のメイン燃料ノズルであり、各燃焼器3において円周状に複数本が

配置され、油またはガスのメイン燃料が供給される。メイン燃料はメイン燃料ノズル7の周囲に設けられたスワロー71を通して旋回する燃焼用空気と予混合され下流側の燃焼室5で予混合燃焼する。

【0006】08は、複数本のメイン燃料ノズル7の中心に配置されたパイロット燃料ノズルであって、油またはガスのパイロット燃料が供給される。パイロット燃料は、パイロット燃料ノズル08から噴射され、パイロット燃料ノズル08の周囲に設けられたスワロー81を通して旋回する燃焼用空気によって拡散燃焼し、メイン燃料ノズル7に点火する。

【0007】上記のような、ガスタービン100の燃焼器3におけるパイロット燃料ノズル08の従来の例を模式的に図11に示す。

【0008】図11に示すように、拡散燃焼を行わせるパイロット燃料ノズル（以下、単に「燃料ノズル」という）08'は、中空管状に油燃料流路010'を有し、その下流側先端に油燃料噴射孔010a'が設けられており、燃料ノズル08'の外側には環状断面の燃焼用空気aの空気流路013'が設けられる。

【0009】油燃料噴射孔010a'から噴射された油燃料fは、燃料ノズル08の周囲に設けられたスワロー81を通して空気流路013'を旋回しながら送られてくる燃焼用空気aによって拡散燃焼する。

【0010】このとき、燃料ノズル08'の先端面08a'は平坦であり、油燃料fは燃料噴射孔010a'からコーン状に噴射されるので、先端面08a'近傍において油燃料fの噴射の周囲に空気の渦vが発生し、これに油燃料fが巻き込まれて滞留しつつ燃焼し煤を発生するという問題があった。

【0011】また、燃料ノズル08'の周囲には燃料ノズル08'を冷却する冷却空気a'を通すために一定間隔で覆うカバー014'が設けられるものがあるが、その場合もパイロット燃料ノズル08'の先端での冷却空気a'の吹出しの周囲に空気の渦vが発生し、これに油燃料fが巻き込まれて滞留しつつ燃焼し、煤を発生するという問題があった。

【0012】そのため、燃焼効率が低下し、また燃焼排ガス中にスモークを発生し、ガスタービンおよびその燃焼器としての効率や信頼性、また公害対策上の問題も生じるものとなっていた。

【0013】上記のような問題に対し、改良されたパイロット燃料ノズル08の従来の例を模式的に図12に示し説明する。

【0014】近年、ガスタービンにおいては、ガス燃料と油燃料のどちらも燃焼できるデュアルノズルが多く用いられており、図12はデュアルノズルによる改良された従来のパイロット燃料ノズル（以下、単に「燃料ノズル」という）08を示す。

【0015】図12において、010は燃料ノズル08

の中心に中空管状に形成された油燃料流路であり、その下流側先端には油燃料噴射孔010aが設けられている。011は、油燃料流路010を囲むガス流路壁011b内に二重管状に形成されガス燃料gを供給するガス燃料流路であり、その下流側先端は塞がれているが、下流側先端に所定距離の近傍に外周側へ斜め下流向きにガス燃料噴射孔011aが複数設けられている。

【0016】燃料ノズル08のガス流路壁011bの外側には環状断面の燃焼用空気aの空気流路013が設けられるが、ガス流路壁011bを一定間隔で覆うカバー014が設けられ、空気流路013を半径方向に区画し、内側は燃焼用空気aの一部を冷却空気a'として用いる冷却空気流路013bを形成し、外側は燃焼用空気流路013aを形成している。燃焼用空気流路013aにはスワロー81が設けられている。

【0017】カバー014の最下流側は、燃料ノズル08の先端部と間隔をあけて燃料ノズル08の中心に向かって折れ込むように形成され、その外面は下流側に向けて円錐状に開くカバー端面014aとして形成されており、カバー端面14aの中心部には油燃料噴射孔010aからの油燃料fの噴射が通過できる開口015が設けられている。

【0018】すなわち、カバー端面014aは円錐状に開く形状とすることにより、油燃料噴射孔010aからの油燃料fのコーン状の噴射域に沿うように形成されている。また、冷却空気流路013bは、燃料ノズル08の先端部でカバー端面014aの裏面を通り、開口015で開口する。

【0019】一方、ガス燃料噴射孔011aは、冷却空気流路013b中を連通せず外周方向に通過する管状に形成されカバー014を貫通し、燃焼用空気流路013aに開口している。

【0020】なお、カバー端面014aには、火炎による熱膨張を逃がすために開口015から放射状にカバー014の外周近くまで達するスリット017が複数（図12においては8本）設けられている。

【0021】上記の、改良された従来の燃料ノズル08においては、油燃料fを燃焼する場合は、油燃料噴射孔010aから噴射された油燃料fのコーン状の噴射域に沿うようにカバー端面014aが形成されているため、図11の従来のような油燃料fのコーン状の噴射域の背面の空気の渦vは発生しにくくなり、油燃料fが巻き込まれて滞留しつつ燃焼することによる煤の発生が防止された。

【0022】また、カバー014の内側に冷却空気a'を流すことによって、燃料ノズル08の焼損が防止されるものとなっており、冷却空気流路013bから開口015を通り吹き出す冷却空気a'はカバー端面014aに沿って流れ、油燃料fのカバー端面014aへの付着を防ぐので、付着した油燃料fの燃焼による煤の発生が

防止される。

【0023】しかし、図12の燃料ノズル08において、ガス燃料gを燃焼する場合は、ガス燃料流路011を通りガス燃料噴射孔011aからガス燃料gがその周囲の燃焼用空気流路013a中へ噴出し、燃焼用空気流路013a中をスワラ81を通して旋回して送られてくる燃焼用空気aによって燃焼する。

【0024】このため、ガス燃料gを燃焼する場合は特に、燃料ノズル08の高温化が厳しく、燃料ノズル08の焼損はカバー014の内側に冷却空気a'を流すことによって防止されるが、火炎に晒されるカバー端面014aは熱膨張による破損等の問題を避けがたく、そのためカバー端面014aにスリット017を複数設けて熱膨張を逃がしている。

【0025】その結果、油燃料f燃焼時には、冷却空気流路013bからスリット017を通り、カバー端面014a上に冷却空気a'が吹出し、油燃料fの噴射と干渉が起こり二次渦a''を発生させ、二次渦a''に油燃料fが巻き込まれて滞留しつつ燃焼して煤を発生させるといふ新たな問題を生じることとなり、依然として燃料ノズルとして、またそれを用いたガスタービンとその燃焼器としても、効率や信頼性、また公害対策上の課題を残すものであった。

【0026】

【発明が解決しようとする課題】本発明は、かかる従来の燃料ノズルにおける煤の発生を防止でき、且つ燃料ノズルの冷却も可能とする燃料ノズルと、それを用い燃焼排ガス中のスモーク発生を防止し、燃焼効率や信頼性の向上が図れ、公害問題も解決できる燃焼器およびガスタービンを提供することを課題とするものである。

【0027】

【課題を解決するための手段】(1)本発明は、かかる課題を解決するためになされたものであり、その第1の手段として、中心に油燃料流路、その回りにガス燃料流路を二重管状に備え、さらにその外周を円筒状のカバーで覆いカバーの内側を冷気空気流路、外側を燃焼用空気流路とし、前記油燃料流路の先端に油燃料噴射孔を設けるとともに、前記ガス燃料流路に前記冷却空気流路と連通せず前記燃焼用空気流路に開口するガス燃料噴射孔を複数設けた燃料ノズルにおいて、同燃料ノズルがその先端部に前記油燃料噴射孔を囲み下流側に向けて広がる円錐状壁部を有し、前記カバーの最下流側は、前記冷却空気流路を燃料ノズルの中心側へ向けた内向き流路と同内向き流路に連通し前記円錐状壁部との間に斜め下流向きで外周側へ向けた外向き流路に形成し、同外向き流路が前記燃焼用空気流路に開口するように形成されてなることを特徴とする燃料ノズルを提供する。

【0028】第1の手段によれば、油燃料噴射孔から噴射された油燃料のコーン状の噴射域に沿うように円錐状壁部が形成されているため、噴射域の背面の空気の渦は

発生しにくくなり、油燃料が巻き込まれて滞留しつつ燃焼することによる煤の発生が防止される。

【0029】また、内向き流路と外向き流路のリターンフローによって十分な冷却効果を奏することができるほか、円錐状壁部の面上に冷却空気が吹出さないで、油燃料噴射時に冷却空気との干渉による二次渦の発生がなく、二次渦に油燃料が巻き込まれて滞留しつつ燃焼して煤を発生させることもなくなる。

【0030】(2)その第2の手段としては、第1の手段の燃料ノズルにおいて、前記円錐状壁部に放射状にスリットを設け、同スリットをスペーサで塞いでなることを特徴とする燃料ノズルを提供する。

【0031】第2の手段によれば、第1の手段の作用に加え、円錐状壁部に対する熱負荷が大きい場合でも熱膨張は逃がし円錐状壁部の損傷を防止でき、且つ冷却空気を遮断し、円錐状壁部の面上での冷却空気の漏れによる煤の発生を防止することができるものとすることができ、構造も簡明で加工が比較的容易である。

【0032】(3)また第3の手段として、第1の手段の燃料ノズルにおいて、前記円錐状壁部に放射状にベンド部を設けてなることを特徴とする燃料ノズルを提供する。

【0033】第3の手段によれば、第1の手段の作用に加え、円錐状壁部に対する熱負荷が大きい場合でも熱膨張は逃がし円錐状壁部の損傷を防止でき、且つ冷却空気を遮断し、円錐状壁部の面上での冷却空気の漏れによる煤の発生を防止することができるものとするでき、冷却空気の漏れの遮断が完全となる。

【0034】(4)第4の手段として、第1の手段の燃料ノズルにおいて、前記円錐状壁部に放射状に分割部を設け、相対する一方の分割面に沿って設けた凸部を他方の分割面に沿って設けた凹部に嵌合してなることを特徴とする燃料ノズルを提供する。

【0035】第4の手段によれば、第1の手段の作用に加え、円錐状壁部に対する熱負荷が大きい場合でも熱膨張は逃がし円錐状壁部の損傷を防止でき、且つ冷却空気を遮断し、円錐状壁部の面上での冷却空気の漏れによる煤の発生を防止することができるものとするでき、冷却空気の漏れが出にくい。

【0036】(5)第5の手段として、第1の手段の燃料ノズルにおいて、前記円錐状壁部に放射状に分割部を設け、相対する一方の分割部を他方の分割部に重ね合わせてなることを特徴とする燃料ノズルを提供する。

【0037】第5の手段によれば、第1の手段の作用に加え、円錐状壁部に対する熱負荷が大きい場合でも熱膨張は逃がし円錐状壁部の損傷を防止でき、且つ冷却空気を遮断し、円錐状壁部の面上での冷却空気の漏れによる煤の発生を防止することができるものとするでき、溝加工がなく加工が容易である。

【0038】(6)第6の手段として、第1の手段の燃

料ノズルにおいて、前記円錐状壁部に放射状に分割部を設け、シール板を相対する一方の分割面に沿って設けた凹部と他方の分割面に沿って設けた凹部とに共に嵌合してなることを特徴とする燃料ノズルを提供する。

【0039】第6の手段によれば、第1の手段の作用に加え、円錐状壁部に対する熱負荷が大きい場合でも熱膨張は逃がし円錐状壁部の損傷を防止でき、且つ冷却空気を遮断し、円錐状壁部の面上での冷却空気の漏れによる煤の発生を防止することができるものとすることができ、組立が容易である。

【0040】(7) 第7の手段として、第1の手段の燃料ノズルにおいて、前記円錐状壁部に前記燃料ノズルの周方向に配設され前記外向き流路内に突出するタービュレータを設けてなることを特徴とする燃料ノズルを提供する。

【0041】第7の手段によれば、第1の手段の作用に加え、冷却空気がタービュレータに衝突し乗り越えつつ流れることで冷却効率が向上し、構造も比較的簡明で加工が容易である。

【0042】(8) 第8の手段として、第1の手段の燃料ノズルにおいて、前記円錐状壁部に放射状に配設され同外向き流路内に突出するフィンを設けてなることを特徴とする燃料ノズルを提供する。

【0043】第8の手段によれば、第1の手段の作用に加え、冷却空気がフィンの間を高速で流れ、またフィンによって円錐状壁部との接触面積も増大するので、冷却効率が向上し、圧損も比較的少ない。

【0044】(9) 第9の手段として、第1の手段の燃料ノズルにおいて、前記内向き流路と前記外向き流路との間を塞いだ上でその間に前記円錐状壁部に向けたインピンジ冷却孔を設けてなることを特徴とする燃料ノズルを提供する。

【0045】第9の手段によれば、第1の手段の作用に加え、複数のインピンジ冷却孔から噴出した冷却空気が円錐状壁部に衝突し、冷却効率の向上が顕著である。

【0046】(10) その第10の手段としては、中心に油燃料流路、その回りにガス燃料流路を二重管状に備え、さらにその外周側を燃焼用空気流路とし、前記油燃料流路の先端に油燃料噴射孔を設けるとともに、前記ガス燃料流路に連通し前記燃焼用空気流路に開口するガス燃料噴射孔を複数設けた燃料ノズルにおいて、同燃料ノズルがその先端部に前記油燃料噴射孔を囲み下流側に向けて広がる円錐状壁面を有し、前記先端部内には前記ガス燃料流路と連通し前記円錐状壁面に沿って斜め下流向きで外周側へ向けた外向きガス流路と同外向きガス流路に連通し同燃料ノズルの上流側に向けた逆向きガス流路が形成され、同逆向きガス流路が前記ガス燃料噴射孔に連通するように形成されてなることを特徴とする燃料ノズルを提供する。

【0047】第10手段によれば、油燃料噴射孔から噴

射された油燃料のコーン状の噴射域に沿うように円錐状壁面が形成されているため、噴射域の背面の空気の渦は発生しにくくなり、油燃料が巻き込まれて滞留しつつ燃焼することによる煤の発生が防止される。

【0048】また、冷却空気をいらないので、円錐状壁面上に冷却空気が吹出すことはなく、油燃料の噴射と冷却空気の干渉による二次渦の発生がなく、二次渦に油燃料が巻き込まれて滞留しつつ燃焼して煤を発生させることもなくなる一方、外向きガス流路から逆向きガス流路へのガス燃料のリターンフローによって十分な冷却効果を奏することができるものとなり、冷却空気流路を備えないので構造を大幅に簡素化できるものとなる。

【0049】(11) 第11の手段として、第10の手段の燃料ノズルにおいて、前記外向きガス流路内の前記円錐状壁面側の面に前記燃料ノズルの周方向に配設され前記外向きガス流路内に突出するタービュレータを設けてなることを特徴とする燃料ノズルを提供する。

【0050】第11の手段によれば、第10の手段の作用に加え、ガス燃料がタービュレータに衝突し乗り越えつつ流れることで冷却効率が向上し、構造も簡明で加工が比較的容易である。

【0051】(12) 第12の手段として、第10の手段の燃料ノズルにおいて、前記外向きガス流路内の前記円錐状壁面側の面に放射状に配設され同外向きガス流路内に突出するフィンを設けてなることを特徴とする燃料ノズルを提供する。

【0052】第12の手段によれば、第10の手段の作用に加え、ガス燃料はフィンの間を高速で流れ、またフィンによって円錐状壁面側の面との接触面積も増大するので、冷却効率が向上し、圧損も比較的少ない。

【0053】(13) 第13の手段として、第10の手段の燃料ノズルにおいて、前記ガス燃料流路と前記外向きガス流路との間を塞いだ上でその間に前記外向きガス流路内の前記円錐状壁面側の面に向けたインピンジ冷却孔を設けてなることを特徴とする燃料ノズルを提供する。

【0054】第13の手段によれば、第10の手段の作用に加え、複数のインピンジ冷却孔から噴出したガス燃料が円錐状壁面側の面に衝突し、冷却効率の向上が顕著である。

【0055】(14) そして、さらに第14の手段として、第1の手段から第13の手段のいずれかの燃料ノズルを備えてなることを特徴とする燃焼器を提供する。

【0056】第14の手段によれば、第1の手段から第13の手段の作用を奏することにより、燃焼排ガス中のスモーク発生が防止できる燃焼器となる。

【0057】(15) また、第15の手段として、第14の手段の燃焼器を備えてなることを特徴とするガスタービンを提供する。

【0058】第15の手段によれば、第14の手段の作

用を奏することにより、燃焼排ガス中のスモーク発生が防止され、燃焼効率や信頼性の向上が図られ、公害上の問題も解決できるガスタービンとなる。

【0059】

【発明の実施の形態】図1から図5に基づいて、本発明の実施の第1形態に係る燃料ノズルとそれを用いた燃焼器およびガスタービンを説明する。図1は本実施の形態の燃料ノズルの構造を模式的に示す縦断面図、図2

(a)は図1中A-A矢視断面図、図2(b)から

(f)は図2(a)の変形例、図3(a)は図1中B部の変形例の拡大断面図、図3(b)は図3(a)中のタービュレータの説明図、図4は図1中B部の他の変形例の拡大断面図、図4(b)は図4(a)中のフィンの説明図、図5も図1中B部の他の変形例の拡大断面図である。

【0060】図1は、図10に示したと同様のガスタービン100の燃焼器3において用いられる本実施の形態のパイロット燃料ノズル8を示すものであり、車室100a、圧縮機部1、タービン部2、ロータ軸4は同様に構成され、燃焼器3においてもメイン燃料ノズル7、燃

焼室5、尾筒6等は同様に構成されているので、図示説明は省略し、以下、本発明の特徴を有するパイロット燃料ノズル(以下、単に「燃料ノズル」という)8を主に説明する。

【0061】図1において、10は燃料ノズル8の中心に中空管状に形成された油燃料流路であり、その下流側先端には油燃料噴射孔10aが設けられている。11は、油燃料流路10を囲むガス流路壁11b内に二重管状に形成されガス燃料gを供給するガス燃料流路であり、その下流側先端は塞がれているが、下流側先端に所定距離の近傍に外周側へ斜め下流向きにガス燃料噴射孔11aが複数設けられている。

【0062】燃料ノズル8のガス燃料流路11の外側には環状断面の燃焼用空気aの空気流路13が設けられるが、ガス燃料流路11の外側には一定間隔で覆うカバー14が設けられ、空気流路13を半径方向に区画し、内側は燃焼用空気aの一部を冷却空気a'として用いる冷却空気流路13bを形成し、外側は燃焼用空気流路13aを形成している。燃焼用空気流路13aにはスワラ81が設けられている。

【0063】カバー14の最下流側は、ガス燃料流路11の周囲に形成される環状断面の冷却空気流路13bが、図1に示すように縦断面において燃料ノズル8の中心側へ向いた内向き流路13b'となるように形成され、その後、燃料ノズル8のガス燃料流路11を構成するガス流路壁11bが延在した円錐状壁部16との間に外周側へ斜め下流向きの外向き流路13b''を形成している。外向き流路13b''は燃焼用空気流路13aに開口し、冷却空気a'が内向き流路13b'と外向き流路13b''によりリターンフローを行うようになってい

る。

【0064】外向き流路13b''の円錐状壁部16の外側は油燃料噴射孔10aの周囲に下流側に向けて円錐状に開くノズル端面16aを形成している。

【0065】すなわち、ノズル端面16aは円錐状に開く形状とすることにより、油燃料噴射孔10aからの油燃料fのコーン状の噴射域に沿うように形成されている。

【0066】また、ガス燃料噴射孔11aは、冷却空気流路13b中を連通せず外周方向に通過する管状に形成され、カバー14を貫通し、燃焼用空気流路13aに開口している。

【0067】上記の本実施の形態の燃料ノズル8においては、油燃料fを燃焼する場合は、油燃料噴射孔10aから噴射された油燃料fのコーン状の噴射域に沿うようにノズル端面16aが形成されているため、図11の従来例で説明したような油燃料fのコーン状の噴射域の背面の空気の渦vは発生しにくくなり、油燃料fが巻き込まれて滞留しつつ燃焼することによる煤の発生が防止される。

【0068】また、カバー14の内側に冷却空気a'を流すことによって、燃料ノズル8の焼損が防止されるものとなっており、冷却空気流路13bの冷却空気a'はノズル端面16aから吹き出すことはなく、内向き流路13b'と外向き流路13b''を通り、ノズル端面16aを裏面から冷却した後、燃焼用空気流路13a中に吹き出す。

【0069】したがって、内向き流路13b'と外向き流路13b''の冷却空気a'のリターンフローによって十分な冷却効果を奏することができるほか、冷却空気流路13bからノズル端面16a上に冷却空気a'が吹出さないで、油燃料fの噴射時に冷却空気a'との干渉による二次渦a''の発生がなく、二次渦a''に油燃料fが巻き込まれて滞留しつつ燃焼して煤を発生させることもなくなる。

【0070】また、本実施の形態の燃料ノズル8を用いたガスタービンとその燃焼器は、燃焼排ガス中のスモーク発生が防止され、燃焼効率や信頼性の向上が図られ、公害上の問題も解決できるものとなる。

【0071】なお、図1の燃料ノズル8において、ガス燃料gを燃焼する場合は、ガス燃料噴射孔11aからガス燃料gがその周囲の燃焼用空気流路13a中へ噴出し、燃焼用空気流路13a中をスワラ81を通して旋回して送られてくる燃焼用空気aによって燃焼し、燃料ノズル8の先端の高温化の熱負荷が大きいのが、それに対し、内向き流路13b'と外向き流路13b''の冷却空気a'のリターンフローによって十分な冷却効果を奏することができるものとなる。

【0072】以下、本実施の第1形態の変形例につき説明する。図1において外向き流路13b''の円錐状壁部

16は、図2(a)に示すように、切れ目のない連続した環状部を形成しているが、ノズル端面16aに対する熱負荷が大きく、円錐状壁部16の熱膨張を逃がす必要がある場合は、図2(b)から(f)に示すような円錐状壁部16の構造を取り、熱膨張は逃がすが冷却空気a'は遮断し、ノズル端面16aでの冷却空気a'の漏れによる煤の発生を防止することができるものとすることができる。

【0073】すなわち、(b)のものは、円錐状壁部16に放射状に複数のスリット17を設け、スリット17にスペーサ18を挟み込んだものであって、加工が比較的容易である。

【0074】(c)のものは、円錐状壁部16に放射状にベンド部19を設けたものであって、冷却空気a'の漏れの遮断が完全となる。

【0075】(d)のものは、円錐状壁部16に放射状に分割部を設け、相対する分割面に沿って凸部20aと凹部20bとを設け互いに嵌合させたもので、冷却空気a'の漏れが出にくい。

【0076】(e)のものは、円錐状壁部16に放射状に分割部を設け、相対する一方の分割部を他方の分割部に重ねた、重ね合わせ構造部21としたものであり、溝加工がなく加工が容易である。

【0077】(f)のものは、円錐状壁部16に放射状に分割部を設け、相対する分割面に沿ってともに凹部22a、22bを設け、その間にシール板23を嵌合したものであり、組立が容易である。

【0078】またさらに、本実施の第1形態の他の変形例につき説明する。外向き流路13b''は、図1においてその内面が平滑なものを示したが、外向き流路13b''における冷却空気a'の円錐状壁部16に対する冷却効率を向上するために、図3から図5に示すような構造とすることができる。

【0079】すなわち、図3のものは、外向き流路13b''の円錐状壁部16側に冷却空気a'の流れ方向に概ね直交するように外向き流路13b''内に突出する堰状のタービュレータ24を燃料ノズル8の周方向に配設したものであり、図3(b)に示すように冷却空気a'がタービュレータ24に衝突し乗り越えつつ流れることで冷却効率が向上する。構造も比較的簡明で加工が容易である。

【0080】図4のものは、内向き流路13b'と外向き流路13b''との間を塞いだ上でその間に通孔25を設けるとともに、外向き流路13b''の円錐状壁部16側に外向き流路13b''内に突出し、放射状に配設され冷却空気a'の流れ方向の複数のフィン26を、その間に形成される溝27が通孔25の位置と合うように設けたものである。

【0081】図4(b)に示すように、冷却空気a'は通孔25から溝27を高速で流れ、またフィン26によ

って円錐状壁部16との接触面積も増大するので、冷却効率が向上し、圧損も比較的少ない。

【0082】図5のものは、内向き流路13b'と外向き流路13b''との間を塞いだ上でその間に、外向き流路13b''の円錐状壁部16に向けた複数のインピンジ冷却孔28を設けたものである。

【0083】図5に示すように、複数のインピンジ冷却孔28から噴出した冷却空気a'が円錐状壁部16に衝突し、冷却効率の向上が顕著である。

【0084】次に、図6から図9に基づいて、本発明の実施の第2形態に係る燃料ノズルとそれを用いた燃焼器およびガスタービン进行を説明する。図6は本実施の形態の燃料ノズルの構造を模式的に示す縦断面図、図7は図6中C部の変形例の拡大断面図、図8および図9は図6中C部の他の変形例の拡大断面図である。

【0085】図6は、図10に示したと同様のガスタービン100の燃焼器3において用いられる本実施の形態のパイロット燃料ノズル108を示すものであり、車室100a、圧縮機部1、タービン部2、ロータ軸4は同様に構成され、燃焼器3においてもメイン燃料ノズル7、燃焼室5、尾筒6等は同様に構成されているので、図示説明は省略し、以下、本発明の特徴を有するパイロット燃料ノズル(以下、単に「燃料ノズル」という)108を主に説明する。

【0086】本実施の形態の燃料ノズル108は、油燃料f燃焼時の燃料ノズル108への熱負荷は比較的小さいことを踏まえ、冷却空気a'を流す冷却空気流路13bを設けず、油燃料f燃焼時の煤発生はノズル端面形状で防止し、冷却空気a'のノズル端面への漏出による問題を無くし、ガス燃料g燃焼時の燃料ノズルへの熱負荷に対しては、ガス燃料g自体で燃料ノズルのノズル端面を冷却するようにしたものである。

【0087】図6において、110は燃料ノズル108の中心に中空管状に形成された油燃料流路であり、その下流側先端には油燃料噴射孔110aが設けられている。111は、油燃料流路110を囲むガス流路壁111b中に二重管状に形成されガス燃料gを供給するガス燃料流路である。

【0088】燃料ノズル108のガス燃料流路111の外側には環状断面の燃焼用空気流路113が設けられ、燃焼用空気流路113にはスワラ81が設けられている。

【0089】ガス流路壁111bは、油燃料流路110の下流側先端の油燃料噴射孔110aの周囲まで延在し、その下流側先端部は油燃料噴射孔110aを囲み下流側に向けて広がる円錐状壁面となるノズル端面116aを形成している。

【0090】すなわち、ノズル端面(円錐状壁面)116aは円錐状に広がる形状とすることにより、油燃料噴射孔110aからの油燃料fのコーン状の噴射域に沿う

ように形成されている。

【0091】また、ガス流路壁111b内に油燃料流路110の周囲に形成される環状断面のガス燃料流路111は、下流側先端部内においてノズル端面116aに沿って、図6に示すように縦断面において燃料ノズル108の外周側へ斜め下流向きの外向きガス流路111'となり、ガス流路壁111bの外周面下近傍で上流側に向く逆向き環状ガス流路111"に連通している。

【0092】逆向き環状ガス流路111"のノズル端面116aからの所定距離の位置には外周側へ斜め下流向きにガス燃料噴射孔111aが複数設けられ燃焼用空気流路113に開口し、ガス燃料流路111から送られた冷却空気a'が外向きガス流路111'から逆向き環状ガス流路111"へとリターンフローを行うようになっている。

【0093】上記の本実施の形態の燃料ノズル108においては、油燃料fを燃焼する場合は、油燃料噴射孔110aから噴射された油燃料fのコーン状の噴射域に沿うようにノズル端面116aが形成されているため、図11の従来例で説明したような油燃料fのコーン状の噴射域の背面の空気の渦vは発生しにくくなり、油燃料fが巻き込まれて滞留しつつ燃焼することによる煤の発生が防止される。

【0094】また、本実施の形態においては、ノズル端面116aを冷却する冷却空気a'を用いないので、ノズル端面116a上に冷却空気a'が吹出すことはなく、図12の従来例で説明したような油燃料fの噴射と冷却空気a'の干渉による二次渦a"の発生がなく、二次渦a"に油燃料fが巻き込まれて滞留しつつ燃焼して煤を発生させることもなくなる。

【0095】一方、ガス燃料gを燃焼する場合は、ガス燃料噴射孔111aからガス燃料gがその周囲の燃焼用空気流路113中へ噴出し、燃焼用空気流路113中をスワール81を通して旋回して送られてくる燃焼用空気aによって燃焼し、燃料ノズル108の先端の熱負荷が大きいが、それに対し、外向きガス流路111'から逆向き環状ガス流路111"へのガス燃料gのリターンフローによって十分な冷却効果を奏することができるものとなる。

【0096】ちなみに、冷却空気a'の温度は400°C程度であるが、ガス燃料gの温度は200°C程度と低く、ガス燃料gの冷却効果は冷却空気a'以上となる。

【0097】なお、油燃料f燃焼時の燃料ノズル108の先端の熱負荷は、ガス燃料g燃焼時に比べ小さく、油燃料f自体と燃焼用空気aによる冷却で対処できる場合が多く、本実施の形態はそのようなものに有効であり、冷却空気流路を省けることにより構造を大幅に簡素化できるものとなる。

【0098】上記のような本実施の形態の燃料ノズル1

08を用いたガスタービンとその燃焼器は、燃焼排ガス中のスモーク発生が防止され、構造簡素にして燃焼効率や信頼性の向上が図られ、公害上の問題も解決できるものとなる。

【0099】以下、本実施の第2形態の変形例につき説明する。外向きガス流路111'は、図6においてその内面が平滑なものを示したが、外向きガス流路111'におけるガス燃料gのノズル端面116aに対する冷却効率を向上するために、実施の第1形態において図3から図5で説明したと同様に、図7から図9に示すような構造とすることができる。

【0100】すなわち、図7のものは、外向きガス流路111'のノズル端面116a側の壁にガス燃料gの流れ方向に概ね直交するように外向きガス流路111'内に突出する堰状のタービュレータ124を燃料ノズル108の周方向に配設したものであり、ガス燃料gがタービュレータ124に衝突し乗り越えつつ流れることで冷却効率が向上する。構造も比較的簡明で加工が容易である。

【0101】図8のものは、ガス燃料流路111と外向きガス流路111'との間を塞いだ上、その間に通孔125を設けるとともに、外向きガス流路111'のノズル端面116a側の壁に外向きガス流路111内に突出し、放射状に配設されガス燃料gの流れ方向の複数のフィン126を、その間に形成される溝127が通孔125の位置と合うように設けたものである。

【0102】ガス燃料gは通孔125から溝127を高速で流れ、またフィン126によってノズル端面116a側の壁との接触面積も増大するので、冷却効率が向上し、圧損も比較的少ない。

【0103】図9のものは、ガス燃料流路111と外向きガス流路111'との間を塞いだ上でその間に、外向きガス流路111'のノズル端面116a側の壁に向けた複数のインピンジ冷却孔128を設けたものである。

【0104】複数のインピンジ冷却孔128から噴出したガス燃料gがノズル端面116a側の壁に衝突し、冷却効率の向上が顕著である。

【0105】以上、本発明の実施の形態を説明したが、上記実施の形態に限定されるものではなく、本発明の範囲内でその具体的構造に種々の変更を加えてもよいことは言うまでもない。

【0106】例えば、上記従来例、実施の形態ともに、ガスタービンの燃焼器のバイロット燃料ノズルを例に述べたが、本発明の燃料ノズルはバイロット燃料ノズルに限られることなく、油燃料とガス燃料の何れも燃焼する燃料ノズルであって、油燃料を燃料ノズル先端から噴射して拡散燃焼を行なわせる燃料ノズルであれば適用でき、本発明の燃料ノズルをメイン燃料ノズルとしてもよく、そのような本発明のメイン燃料ノズルを用いたガスタービンまたは燃焼器であってもよい。



【0107】

【発明の効果】(1)請求項1の発明によれば、燃料ノズルを、中心に油燃料流路、その回りにガス燃料流路を二重管状に備え、さらにその外周を円筒状のカバーで覆いカバーの内側を冷氣空気流路、外側を燃焼用空気流路とし、前記油燃料流路の先端に油燃料噴射孔を設けるとともに、前記ガス燃料流路に前記冷却空気流路と連通せず前記燃焼用空気流路に開口するガス燃料噴射孔を複数設けた燃料ノズルにおいて、同燃料ノズルがその先端部に前記油燃料噴射孔を囲み下流側に向けて広がる円錐状壁部を有し、前記カバーの最下流側は、前記冷却空気流路を燃料ノズルの中心側へ向けた内向き流路と同内向き流路に連通し前記円錐状壁部との間に斜め下流向きで外周側へ向けた外向き流路に形成し、同外向き流路が前記燃焼用空気流路に開口するように形成されてなるように構成したので、油燃料噴射孔から噴射された油燃料のコーン状の噴射域に沿うように円錐状壁部が形成されているため、噴射域の背面の空気の渦は発生しにくくなり、油燃料が巻き込まれて滞留しつつ燃焼することによる煤の発生が防止される。

【0108】また、内向き流路と外向き流路のリターンフローによって十分な冷却効果を奏することができるほか、円錐状壁部の面上に冷却空気が吹出さないため、油燃料噴射時に冷却空気との干渉による二次渦の発生がなく、二次渦に油燃料が巻き込まれて滞留しつつ燃焼して煤を発生させることもなくなる。

【0109】(2)請求項2の発明によれば、請求項1に記載の燃料ノズルにおいて、前記円錐状壁部に放射状にスリットを設け、同スリットをスペーサで塞いでなるように構成したので、請求項1の発明の効果に加え、円錐状壁部に対する熱負荷が大きい場合でも熱膨張は逃がし円錐状壁部の損傷を防止でき、且つ冷却空気を遮断し、円錐状壁部の面上での冷却空気の漏れによる煤の発生を防止することができるものとすることができ、構造も簡明で加工が比較的容易である。

【0110】(3)請求項3の発明によれば、請求項1に記載の燃料ノズルにおいて、前記円錐状壁部に放射状にベンド部を設けてなるように構成したので、請求項1の発明の効果に加え、円錐状壁部に対する熱負荷が大きい場合でも熱膨張は逃がし円錐状壁部の損傷を防止でき、且つ冷却空気を遮断し、円錐状壁部の面上での冷却空気の漏れによる煤の発生を防止することができるものとすることができ、冷却空気の漏れの遮断が完全となる。

【0111】(4)請求項4の発明によれば、請求項1に記載の燃料ノズルにおいて、前記円錐状壁部に放射状に分割部を設け、相対する一方の分割面に沿って設けた凸部を他方の分割面に沿って設けた凹部に嵌合してなるように構成したので、請求項1の発明の効果に加え、円錐状壁部に対する熱負荷が大きい場合でも熱膨張は逃が

し円錐状壁部の損傷を防止でき、且つ冷却空気を遮断し、円錐状壁部の面上での冷却空気の漏れによる煤の発生を防止することができるものとすることができ、冷却空気の漏れが出にくい。

【0112】(5)請求項5の発明によれば、請求項1に記載の燃料ノズルにおいて、前記円錐状壁部に放射状に分割部を設け、相対する一方の分割部を他方の分割部に重ね合わせてなるように構成したので、請求項1の発明の効果に加え、円錐状壁部に対する熱負荷が大きい場合でも熱膨張は逃がし円錐状壁部の損傷を防止でき、且つ冷却空気を遮断し、円錐状壁部の面上での冷却空気の漏れによる煤の発生を防止することができるものとすることができ、溝加工がなく加工が容易である。

【0113】(6)請求項6の発明によれば、請求項1に記載の燃料ノズルにおいて、前記円錐状壁部に放射状に分割部を設け、シール板を相対する一方の分割面に沿って設けた凹部と他方の分割面に沿って設けた凹部とに共に嵌合してなるように構成したので、請求項1の発明の効果に加え、円錐状壁部に対する熱負荷が大きい場合でも熱膨張は逃がし円錐状壁部の損傷を防止でき、且つ冷却空気を遮断し、円錐状壁部の面上での冷却空気の漏れによる煤の発生を防止することができるものとすることができ、組立が容易である。

【0114】(7)請求項7の発明によれば、請求項1に記載の燃料ノズルにおいて、前記円錐状壁部に前記燃料ノズルの周方向に配設され前記外向き流路内に突出するタービュレータを設けてなるように構成したので、請求項1の発明の効果に加え、冷却空気がタービュレータに衝突し乗り越えつつ流れることで冷却効率が向上し、構造も比較的簡明で加工が容易である。

【0115】(8)請求項8の発明によれば、請求項1に記載の燃料ノズルにおいて、前記円錐状壁部に放射状に配設され同外向き流路内に突出するフィンを設けてなるように構成したので、請求項1の発明の効果に加え、冷却空気はフィンの間を高速で流れ、またフィンによって円錐状壁部との接触面積も増大するため、冷却効率が向上し、圧損も比較的少ない。

【0116】(9)請求項9の発明によれば、請求項1に記載の燃料ノズルにおいて、前記内向き流路と前記外向き流路との間を塞いだ上でその間に前記円錐状壁部に向けたインピンジ冷却孔を設けてなるように構成したので、請求項1の発明の効果に加え、複数のインピンジ冷却孔から噴出した冷却空気が円錐状壁部に衝突し、冷却効率の向上が顕著である。

【0117】(10)請求項10の発明によれば、燃料ノズルを、中心に油燃料流路、その回りにガス燃料流路を二重管状に備え、さらにその外周側を燃焼用空気流路とし、前記油燃料流路の先端に油燃料噴射孔を設けるとともに、前記ガス燃料流路に連通し前記燃焼用空気流路に開口するガス燃料噴射孔を複数設けた燃料ノズルにお

いて、同燃料ノズルがその先端部に前記油燃料噴射孔を囲み下流側に向けて広がる円錐状壁面を有し、前記先端部内には前記ガス燃料流路と連通し前記円錐状壁面に沿って斜め下流向きで外周側へ向けた外向きガス流路と同外向きガス流路に連通し同燃料ノズルの上流側に向けた逆向きガス流路が形成され、同逆向きガス流路が前記ガス燃料噴射孔に連通するように形成されてなるように構成下で、油燃料噴射孔から噴射された油燃料のコーン状の噴射域に沿うように円錐状壁面が形成されているため、噴射域の背面の空気の渦は発生しにくくなり、油燃料が巻き込まれて滞留しつつ燃焼することによる煤の発生が防止される。

【0118】また、冷却空気を用いないので、円錐状壁面上に冷却空気が吹出すことはなく、油燃料の噴射と冷却空気の干渉による二次渦の発生がなく、二次渦に油燃料が巻き込まれて滞留しつつ燃焼して煤を発生させることもなくなる一方、外向きガス流路から逆向きガス流路へのガス燃料のリターンフローによって十分な冷却効果を奏することができるものとなり、冷却空気流路を備えないので構造を大幅に簡素化できるものとなる。

【0119】(11) 請求項11の発明によれば、請求項10に記載の燃料ノズルにおいて、前記外向きガス流路内の前記円錐状壁面側の面に前記燃料ノズルの周方向に配設され前記外向きガス流路内に突出するタービュレータを設けてなるように構成したので、請求項10の発明の効果に加え、ガス燃料がタービュレータに衝突し乗り越えつつ流れることで冷却効率が向上し、構造も簡明で加工が比較的容易である。

【0120】(12) 請求項12の発明によれば、請求項10に記載の燃料ノズルにおいて、前記外向きガス流路内の前記円錐状壁面側の面に放射状に配設され同外向きガス流路内に突出するフィンを設けてなるように構成したので、請求項10の発明の効果に加え、ガス燃料はフィンの間を高速で流れ、またフィンによって円錐状壁面側の面との接触面積も増大するので、冷却効率が向上し、圧損も比較的少ない。

【0121】(13) 請求項13の発明によれば、請求項10に記載の燃料ノズルにおいて、前記ガス燃料流路と前記外向きガス流路との間を塞いだ上でその間に前記外向きガス流路内の前記円錐状壁面側の面に向けたインピンジ冷却孔を設けてなるように構成したので、請求項10の発明の効果に加え、複数のインピンジ冷却孔から噴出したガス燃料が円錐状壁面側の面に衝突し、冷却効率の向上が顕著である。

【0122】(14) 請求項14の発明によれば、燃焼器を、請求項1から請求項13のいずれかに記載の燃料ノズルを備えてなるようにしたので、請求項1から請求項13のいずれかの発明の効果を奏することにより、燃焼排ガス中のスモーク発生が防止される燃焼器が得られる。

【0123】(15) 請求項15の発明によれば、ガスタービンを、請求項14に記載の燃焼器を備えてなるようにしたので、請求項14の発明の効果を奏することにより、燃焼排ガス中のスモーク発生が防止され、燃焼効率や信頼性の向上が図られ、公害上の問題も解決できるガスタービンが得られる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施の第1形態に係る燃料ノズルの構造を模式的に示す縦断面図である。

10 【図2】(a)は図1中A-A矢視断面図、(b)から(f)は、(a)の変形例である。

【図3】(a)は図1中B部の変形例の拡大断面図、(b)は(a)中のタービュレータの説明図である。

【図4】(a)は図1中B部の他の変形例の拡大断面図、(b)は(a)中のフィンの説明図である。

【図5】図1中B部のさらに他の変形例の拡大断面図である。

【図6】本発明の実施の第2形態に係る燃料ノズルの構造を模式的に示す縦断面図である。

20 【図7】図6中C部の変形例の拡大断面図である。

【図8】図6中C部の他の変形例の拡大断面図である。

【図9】図6中C部のさらに他の変形例の拡大断面図である。

【図10】一般的なガスタービンの要部の上半分の縦断面図である。

【図11】燃料ノズルの従来例の構造を模式的に示す縦断面図である。

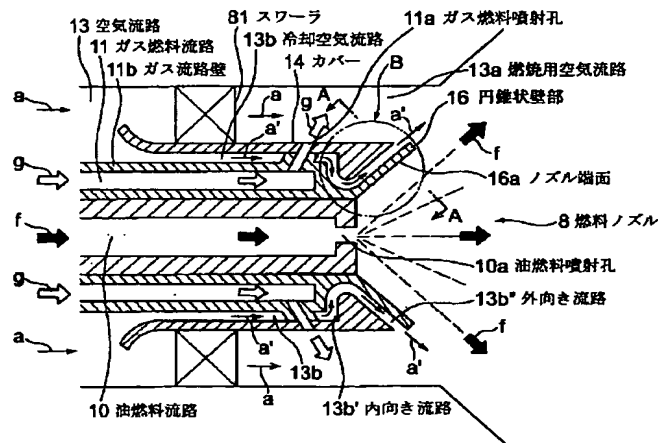
【図12】(a)は改良された燃料ノズルの従来例の構造を模式的に示す縦断面図であり、(b)は(a)中D-D矢視図である。

【符号の説明】

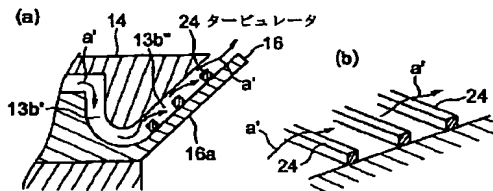
1	圧縮機部
2	タービン部
3	燃焼器
4	ロータ軸
5	燃焼室
6	尾筒
7	メイン燃料ノズル
8	パイロット燃料ノズル(燃料ノズル)
40	
81	スワラ
10	油燃料流路
10a	油燃料噴射孔
11	ガス燃料流路
11a	ガス燃料噴射孔
11b	ガス流路壁
13	空気流路
13a	燃焼用空気流路
13b	冷却空気流路
50	13b' 内向き流路

13b''	外向き流路	* 111
14	カバー	111'
16	円錐状壁部	111''
16a	ノズル端面	111a
108	パイロット燃料ノズル (燃料ノズル)	111b
110	油燃料流路	113
110a	油燃料噴射孔	116a
		*

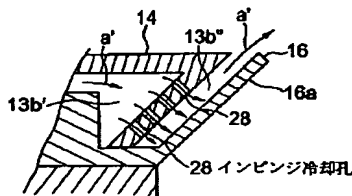
【図1】



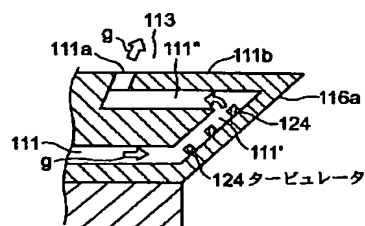
【図3】



【図5】



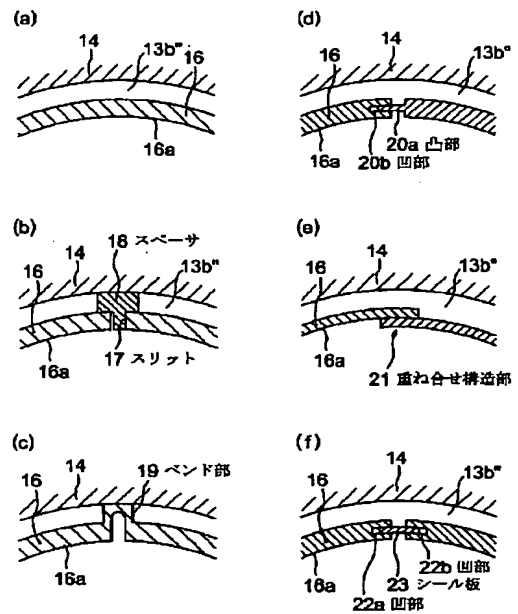
【図7】



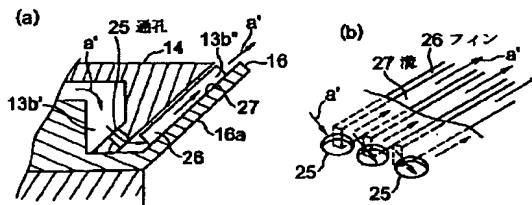
20

ガス燃料流路	
外向きガス流路	
逆向き環状ガス流路	
ガス燃料噴射孔	
ガス流路壁	
燃焼用空気流路	
ノズル端面 (円錐状壁面)	

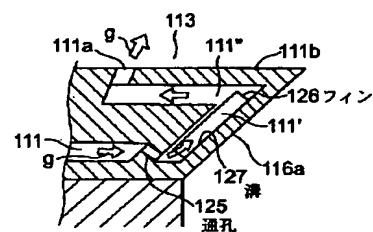
【図2】



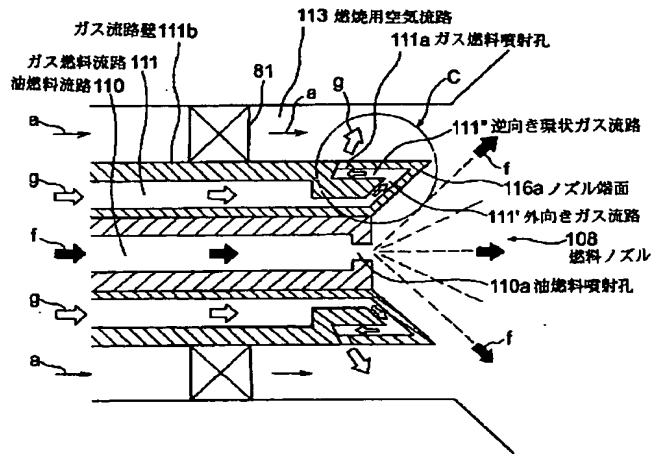
【図4】



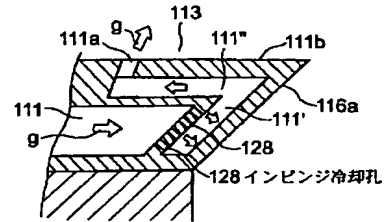
【図8】



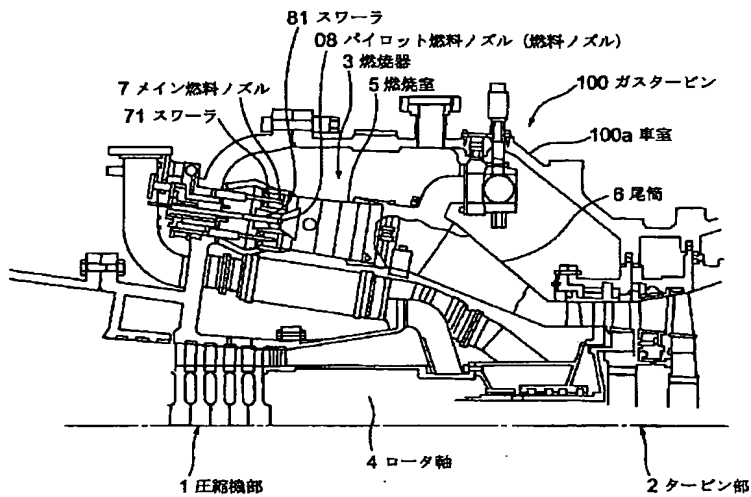
【図6】



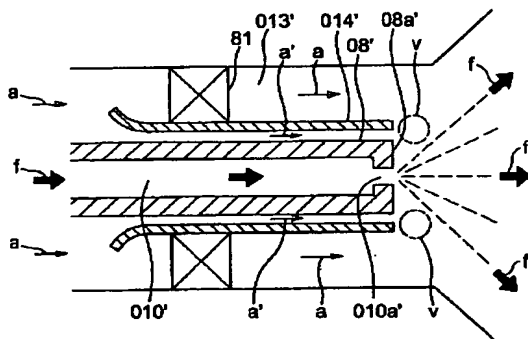
【図9】



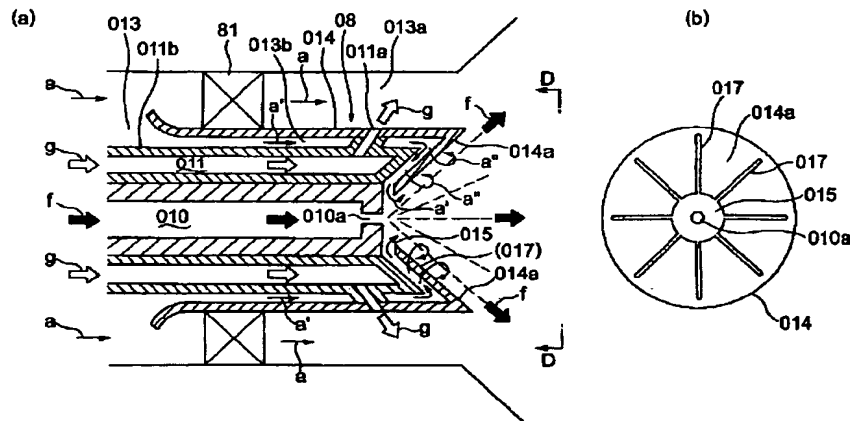
【図10】



【図11】



【図12】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.<sup>7</sup>  
F 2 3 R 3/34

識別記号

F I  
F 2 3 R 3/34

テーマコード(参考)

(72)発明者 石黒 達男  
兵庫県高砂市荒井町新浜2丁目1番1号  
三菱重工業株式会社高砂研究所内  
(72)発明者 大平 竜也  
横浜市金沢区幸浦一丁目8番地1 三菱重  
工業株式会社基盤技術研究所内  
(72)発明者 田中 克則  
兵庫県高砂市荒井町新浜2丁目1番1号  
三菱重工業株式会社高砂製作所内

(72)発明者 西田 幸一  
兵庫県高砂市荒井町新浜2丁目1番1号  
三菱重工業株式会社高砂製作所内  
(72)発明者 鴨川 正博  
兵庫県高砂市荒井町新浜二丁目8番19号  
高菱エンジニアリング株式会社内  
(72)発明者 橋 輝也  
広島県広島市西区横川新町9-12 中外テ  
クノス株式会社内  
Fターム(参考) 3K056 AA05 AA07 AB07 AC01 AC07  
AD01 AE01 BA10  
3K065 RA01 RB02